مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، شمارهٔ چهارم، بهار و تابستان ۱۳۸۴

دکتر بهروز ساری صراف
دانشگاه تبریز
محمد رحمانی
دانشگاه تبریز، دانشجوی کارشناسی ارشد

بررسی تغییرات رسوب در دورهٔ زمانی قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری

(مطالعهٔ موردی حوضهٔ آبخیز عنبران‌چای نمین - اردبیل)

چکیده:

برای بررسی و ارزشیابی عملیّات آبخیزداری در یک حوضه باید کلیهٔ عملیات اجرایی آبخیزداری اجرا شده در یک حوضه مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق ارزشیابی میزان موفقیت یا عدم موفقیت هر یک از عملیات آبخیزداری روی سه متغیّر که شامل عملیات مکانیکی، بیولوژیک و مدیریتی است، انجام پذیرفته است. در اینجا برای بررسی وضعیت فعلی حوضه و مقایسهٔ شرایط پیشین (پیش از شروع عملیات آبخیزداری) اقدام به بررسی تغییرات رسوب گردیده و نتایج حاکی از کاهش چشمگیر و معنی دار میزان رسوب بعد از اجرای عملیات آبخیزداری است، به گونه‌ای که در میزان رسوب و فرسایش ویژه ما شاهد کاهش ۳۵ درصدی از سطح حوضه بوده‌ایم. مهمترین دلیل آن را می‌توان اعمال مجموعه فعالیتهای مکانیکی انجام شده در حوضه که شامل: احداث گابیون، سدهای خشکه‌چین و همچنین مجموعه عملیات بیولوژیک انجام شده شامل: علوفه کاری، بوته کاری، نهال کاری و بذرپاشی می‌باشد دانست که به تفکیک مورد ارزشیابی واقع شده و عملکرد مثبت و منفی آنها تشریح شده است.

واژگان کلیدی: ارزشیابی، عملیات آبخیزداری، حوضهٔ عنبران‌چای، تغییرات رسوب

درآمد:

خاک به عنوان بستر اصلی اغلب رویشهای گیاهی، یکی از با ارزش‌ترین ثروتهای ملی هر کشور بوده و تأمین‌کننده اصلی نیازهای خوراکی و پوشاکی انسان است. به دلیل افزایش جمعیت و نیاز بیشتر به تولید موادّ

غذایی و پوشاکی در بیشتر نقاط جهان و همچنین در کشورمان موازنهٔ استفاده از منابع طبیعی به هم خورده است. به ویژه عدم کاربری صحیح اراضی باعث شده که خاکها به شدّت فرسوده شده و سطوح گسترده‌ای از اراضی قابل زرع به زمینهای بی‌حاصل تبدیل شوند (محمدی گلرنگ، ۱۳۸۲: ۵۷). همچنین فرسایش خاک یکی از عوامل اصلی در انباشت رسوبات در آبراهه‌ها، کانالهای آبیاری و رودخانه‌ها، کاهش ظرفیت مخازن سدها، تشدید وقوع سیلابهای مخرّب و آلودگی محیط زیست است (داوری، بهرامی، قدوسی، ۱۳۸۳: ۱۱۱).

آمارهای موجود که به طور تقریبی تنها با رسوب‌سنجی از خروجی آبخیزهای کشور برآورد گردیده است، میزان رسوبدهی حوضه‌ها را بیش از دو میلیارد تن در سال نشان می‌دهد که خود شاهدی بر تخریب فرآیندهای خاکهای این سرزمین است. لذا به همین منظور ضروری است در سطح حوضه‌های آبخیز کشور طی تحقیقاتی نحوهٔ اجرای عملیات آبخیزداری و میزان تأثیر آن در کاهش رسوب را مورد بررسی قرار دهیم (نیکجو، ۱۳۷۵: ۲۵).

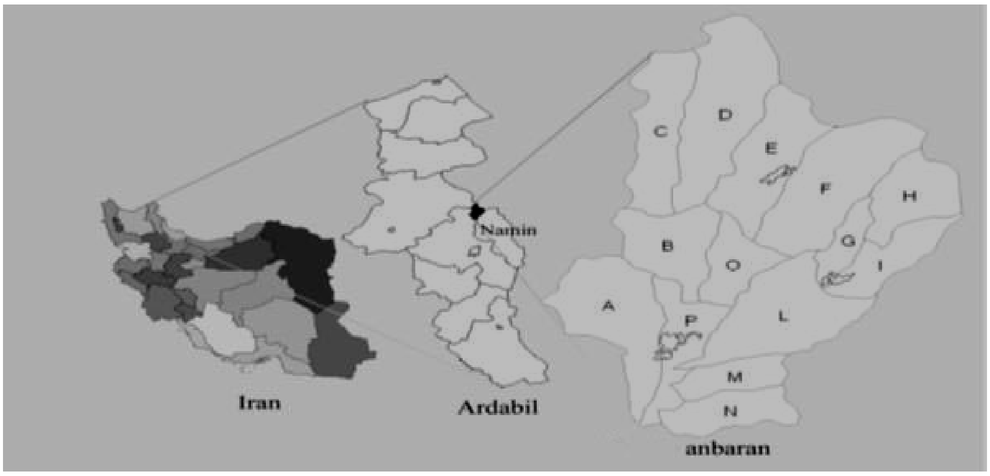
نوشتار حاضر گزیده‌ای از طرح تحقیقاتی باعنوان «ارزشیابی نتایج عملیات آبخیزداری انجام شده در حوضه آبخیز عنبران‌چای نمین» در استان اردبیل می‌باشد. هدف از این تحقیق و مطالعه، بررسی تعیین میزان موفقیت عملیات آبخیزداری (مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی) در پایان ارائهٔ الگوی موفق مناسب این منطقه می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی منطقه:

حوضهٔ آبخیز عنبران‌چای دارای مساحتی معادل ۶۷/۸۰کیلومتر مربع است که در مختصّات طول جغرافیایی ۲۴ و ۴۸ الی ۳۰ و ۴۸ و عرض جغرافیایی ۲۸ و ۳۸ الی ۳۵ و ۳۸ واقع شده است. این حوضه از شمال به جمهوری آذربایجان، از شرق به حوضهٔ نمین‌چای، که از کوههای تالش سرچشمه می‌گیرد، و از غرب به حوضهٔ پیرزان و از جنوب به رودخانهٔ قره‌سو منتهی می‌شود. حداقل ارتفاع حوضه ۱۴۸۷متر در جنوب و حداکثر ارتفاع نیز ۲۳۲۳ متر در شمال حوضه می‌باشد. این حوضه به ۱۴ واحد هیدرولوژیکی مستقل تقسیم شده است (نقشهٔ توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰سازمان جغرافیایی ارتش، ۱۳۷۵).

همچنین این حوضه جزئی از حوضه ساختاری - رسوبی قره‌سو به شمار می‌رود و در غرب منطقهٔ ساختاری البرز غربی- تالش جای دارد. این حوضه دارای ناهمواریهای چین‌خورده است و خصوصیات فیزیوگرافی و اشکال ژئومرفولوژی آن تحت تأثیر فعالیّتهای تکتونیک و ولکانیک شکل گرفته است.

سیمای ساختاری حوضه متأثر از تحوّلات ساختمانی فاز کوهزایی سیمرین پسین در کرتاسهٔ تحتانی است و طی آن یک کمربند باریک از براکی آنتی کلینـال‌هـا بـا رونـد شـمال‌غـرب —جنـوب‌شـرق و سیـستم‌هـای شکستگی و درز شکاف توسعه یافته است (نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰سازمان زمین‌شناسی کشور).



موقعیّت جغرافیایی حوزهٔ آبخیز عنبران‌چای

مواد و روشها:

۱. بر آورد فرسایش خاک و تولید رسوب در سطح حوضه:

برآورد میزان فرسایش خاک یکی از ضرورتهای علم آبخیزداری و حفاظت خـاک مـی‌باشـد (احمـدی و سـکوتی،۱۳۸۳: ۹۹) زیرا آگاهی از میزان تولید رسوب آبخیزها و بررسی رسوبدهی رودخانه در شناسایی منـاطق بحرانی به ما کمک می کند. (بروشکه. سکوتی و عرب خدری، ۱۳۸۳: ۱۰۰) برای برآورد میزان فرسایش و رسوب چندین الگو پیشنهاد شده است. الگوی PSIAC[1] نیز یکی از الگوهای برآورد رسوب و فرسـایش حوضـه‌هـای آبخیز است که در سال ۱۹۶۸میلادی توسط کمیتـهٔ مـدیریت آب در ایـالات متحـده بـرای محاسـبهٔ فرسـایش خاک و تولید رسوب ارائه شده است. این روش توسط متخصصان به همراه روشهای دیگر مورد آزمایش قرار گرفت که نسبت به دیگر روشها برتر تشخیص داده شد. این روش برای اولـین بـار در ایـران در سـال ۱۳۵۲ در حوضهٔ آبخیز سد دز مورد استفاده قرار گرفت. سپس با توجه به دقّت نسبتاً خوب آن در مقایسه با سایر روشها و

1. Pacific Southwest Inter – Agency Committee

الگوهای تجربی در برخی از حوضه‌های آبخیز کشور مانند دوخواهران، کهیر، زاینده رود، مارون، اوزون‌دره، سفیدرود و... مورد استفاده قرار گرفت (مومی‌پور،۱۳۸۳: ۲۸).

در حال حاضر نیز از این روش برای بررسی فرسایش خاک و تولید رسوب در طرحها و مطالعات آبخیزداری استفاده می‌شود. با توجه به اصلاحاتی که در سال ۱۹۸۲روی این الگو انجام گرفت آن را MPSIAC (PSIAC اصلاح شده) نامیدند (رفاهی، ۱۳۷۵: ۲۳۶). در این پژوهش نیز به واسطهٔ همین امر از آن استفاده شده است.

عوامل نه‌گانهٔ مؤثر در این الگو و چگونگی استفاده از آن در زیر شرح داده می‌شوند:

۱-۱. عامل زمین‌شناسی سطحی:[1]

در الگوی MPSIAC برای عامل زمین‌شناسی ضریبی اعمال نمی‌شود، یعنی:

$$X_1=Y_1$$

که در آن X_1 امتیاز عامل زمین‌شناسی و Y_1شاخص فرسایش سطحی است که بر اساس نوع سازند، سختی، هوادیدگی و... تعیین می‌شود (رفاهی، ۱۳۷۵: ۲۳۹). در این مطالعه از نقشه زمین‌شناسی حوضه استفاده شده است و مقادیر بر اساس میزان فرسایش‌پذیری سازندها محاسبه گردیده‌اند (احمدی، ۱۳۷۸: ۲۳۱).

۱-۲. عامل خاک:[2]

در الگوی MPSIAC از رابطهٔ زیر برای تعیین امتیاز عامل خاک استفاده می‌شود:

$$X_2=16.67K$$

که در آنX_2امتیاز رسوبدهی در روش مذکور و K عامل فرسایش خاک در فرمول جهانی فرسایش می‌باشد. در فرمول جهانی فرسایش برای تعیین K از مشخصه‌های درصد سیلت به اضافه شن خیلی ریز، درصد شن، درصد ماده آلی، ساختمان و قابلیت نفوذ خاک استفاده می‌شود.

با در دست داشتن این مشخصه‌ها مقدار K را می‌توان از نمودار مربوط تعیین نمود (ضیائی، ۱۳۸۰: ۲۱۳). در حوضهٔ مورد مطالعه عامل خاک با استفاده از مطالعات بخش خاکشناسی حوضه استخراج گردید.

1.Surface Geology
2. Soil

۱-۳. عامل آب و هوا: [1]

در این روش برای تعیین عامل اقلیم (آب و هوا) از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$X_3= 0.2\ P_2$$

که در آن X_3 امتیاز عامل آب و هوا و P_2 مقدار بارندگی شش ساعته با دوره بازگشت دو ساله بر حسب میلی‌متر می‌باشد (رفاهی، ۱۳۷۵: ۲۴۱) که با استفاده از اطلاعات آمار هواشناسی حوضه و ایستگاههای اطراف محاسبه شده است (علیزاده، ۱۳۸۱: ۱۷۱).

۱-٤. عامل رواناب (هرزآب): [2]

در روش MPSIAC برای برآورد امتیاز عامل رواناب از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$X_4=0.2(0.03\ R+50\ Q_P)= 0.006\ R+10\ Q_P$$

که در آن X_4 امتیاز عامل رواناب، R ارتفاع رواناب سالانه (بر حسب میلی‌متر) و Q_P دبی ویژه پیک (بر حسب مترمکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع) می‌باشد (رفاهی،۱۳۷۵: ۲۴۵).

۱-۵. عامل پستی و بلندی (توپوگرافی): [3]

در روشMPSIAC برای تعیین امتیاز عامل توپوگرافی از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$X_5 =0.33\ S$$

که در آن X_5 امتیاز عامل توپوگرافی و S شیب متوسط بر حسب درصد می‌باشد (رفاهی، ۱۳۷۵ :۲۴۶). برای تعیین عامل توپوگرافی از نقشهٔ شیب منطقه و میزان شیب متوسط حوضه استفاده شده است.

۱-٦. عامل پوشش زمین: [4]

برای تعیین امتیاز عامل پوشش زمین در الگوی MPSIAC از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنند:

$$X_6= 0.2\ Pb$$

1. Climate
2 .Run off
3 . Topography
4 . Ground cover

که در آن X_6 امتیاز عامل پوشش زمین و Pb درصد اراضی لخت و فاقد پوشش است (ضیائی، ۱۳۸۰: ۲۱۶). برای تعیین عامل پوشش زمین(پوشش گیاهی، لاشبرگ و پوشش سنگی) از مطالعات بخش پوشش گیاهی و مرتع استفاده شده است.

۱-۷. عامل کاربری زمین (نحوهٔ استفاده از اراضی):[1]

در الگوی مذکور از رابطهٔ زیر برای محاسبهٔ امتیاز عامل کاربری زمین استفاده می‌شود:

$$X_7=20-0.2\ pc$$

که در آن X_7 امتیاز درجهٔ رسوبدهی عامل نحوهٔ استفاده از اراضی و pc مقدار تاج پوشش بر حسب درصد می‌باشد (ضیائی،۱۳۸: ۲۱۷).

۱-۸. عامل وضعیت فرسایش سطحی در حوضه:[2]

در الگوی MPSIAC برای تعیین امتیاز این عامل از رابطهٔ زیراستفاده می‌شود:

$$X_8=0.25\ S.S.F$$

که در آن X_8 امتیاز عامل فرسایش سطحی و S.S.F امتیاز عامل سطحی خاک می‌باشد و با استفاده از روش اداره مدیریت اراضی ایالات متحده (BLM)[1] به دست می‌آید. در روش BLM برای تعیین امتیاز عامل سطحی خاک از هفت عامل حرکت توده خاک، پوشش لاشبرگ، پوشش سنگی سطح زمین، قطعات سنگی تحکیم یافته، شیارهای سطحی، فرم آبراهه‌ها و توسعهٔ فرسایش خندقی استفاده می‌شود (رفاهی، ۱۳۷۵: ۲۵۰).

۱-۹. عامل فرسایش رودخانه‌ای(آبراهه‌ای) و انتقال رسوب:[3]

در روش MPSIAC این مهم می‌تواند سهم زیادی در رسوبزایی حوضهٔ آبخیز داشته باشد و از رابطهٔ زیر برای محاسبهٔ امتیاز این عامل استفاده می‌شود:

$$X_9=1.67\ S.S.F_g$$

1. Land use
2. Bureau of land management
3. Up land erosion

که در آن X_9 امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و $S.S.F_g$ نمرهٔ نهایی فرسایش خندقی در روش BLM می‌باشد (رفاهی، ۱۳۷۵: ۲۵۱).

با برآورد عوامل نه‌گانه روش MPSIAC در حوضهٔ مورد مطالعه می‌توان فرسایش و تولید رسوب در واحد سطح را مشخص و سپس بر اساس آمار میزان تولید رسوب قبل از اجرای عملیات آبخیزداری، که شامل احداث بندهای رسوبگیر، مرتعکاری، نهالکاری و اعمال مدیریت آبخیزداری در سطح حوضه می‌باشد (از سال ۱۳۷۸تا زمان ارزشیابی)، به مقایسهٔ آماری فوق پرداخته و در پایان تعیین نمود که آیا عملیات آبخیزداری در این حوضه موفق بوده یا خیر؟ و آیا عملیات آبخیزداری توانسته میزان رسوب را کاهش دهد یا خیر؟ در جدول شماره (۱) عوامل نه‌گانهٔ روش MPSIAC در تمامی زیر حوضه‌ها و همچنین درجهٔ رسوبدهی حوضهٔ (R) آمده است (جهاد کشاورزی استان اردبیل، ۱۳۸۳: ۶۹).

جدول شماره (۱) ارزشیابی عوامل موثر در فرسایش و رسوب حوضهٔ آبخیز عنبران‌چای و تعیین درجهٔ رسوبدهی زیرحوضه‌ها با استفاده از روش MPSIAC پس از عملیّات آبخیزداری

زیر حوضه	زمین شناسی	خاک	آب و هوا	رواناب	توپوگرافی	پوشش زمین	استفاده از زمین	فرسایش سطحی	فرسایش رودخانه‌ای	درجه رسوب‌دهی	کلاس فرسایش
A	۴/۰۴	۴/۵	۴/۳۶	۱۴/۵۴	۴/۳	۶/۹	۱۱/۳	۱۱	۱۱/۶۹	۷۲/۶۳	متوسط
B	۵/۳۴	۳/۹	۴/۳۶	۱۱/۲۰	۵/۳	۱۲/۹	۱۲/۲	۱۲/۲۵	۱۸/۳۷	۸۵/۸۲	زیاد
C	۵/۵۰	۲/۶	۴/۳۶	۱۱/۹۸	۴/۹	۱۳/۸	۱۲/۹	۶	۰	۶۲/۰۴	متوسط
D	۵/۵۰	۴	۴/۳۶	۷/۳۶	۵/۶	۵/۶۳	۹/۹۲	۷	۱/۶۷	۵۱/۰۴	متوسط
E	۵/۵۱	۴/۲	۴/۳۶	۵/۱۰	۵/۵	۶/۰۳	۷/۷۶	۶/۷۵	۱/۶۷	۴۶/۸۸	کم
F	۵/۵۱	۳/۷	۴/۳۶	۴/۷۱	۵/۳	۸/۴۲	۸/۳	۱۱/۷۵	۸/۳۵	۶۰/۴	متوسط
G	۵/۵۳	۴/۵	۴/۳۶	۱۲/۷۹	۴/۲	۵/۸	۱۲/۰	۶/۵	۰	۵۵/۶۸	متوسط
H	۵/۵۰	۴/۲	۴/۳۶	۱۴/۴۱	۵/۴	۵/۵	۵/۷۶	۶/۵	۰	۵۱/۶۳	متوسط
I	۵/۵۳	۳/۶	۴/۳۶	۴/۷۷	۶/۱	۵/۶۲	۶/۹۶	۷/۲۵	۱/۶۷	۴۵/۸۶	کم
L	۵/۵۴	۴/۲	۴/۳۶	۷/۵۵	۳/۵	۶/۰	۱۲/۴	۱۲/۵	۱۳/۳۶	۶۹/۴۱	متوسط
M	۵/۳۵	۵/۱	۴/۳۶	۱۰/۱۳	۲/۵	۷/۰	۱۰/۰	۸/۷۵	۸/۳۵	۶۱/۵۴	متوسط
N	۴/۹۸	۴/۲	۴/۳۶	۵/۶۳	۳	۹/۶	۵/۹	۷	۰	۴۴/۶۷	کم
O	۵/۵۳	۳/۶	۴/۳۶	۱۱/۷۸	۳/۶	۶/۵	۱۱/۱	۱۲/۵	۲۰/۰۴	۷۹/۰۱	زیاد
P	۵/۹۲	۵/۲	۴/۳۶	۶/۳۳	۲/۴	۷/۶	۹/۸	۳/۷۵	۰	۴۵/۳۶	کم

۲. برآورد میزان رسوب کل و رسوب ویژه زیر حوضه‌ها:

پس از تعیین امتیاز ۹ عامل ذکر شده در الگوی MPSIAC، مجموع این امتیازات محاسبه شده در فرمول Q_s= 38.77 EXP(0.0353R) یا $Q_s=38.77e^{0.0353}$ قرار داده می‌شود.

که در آن Q_S میزان رسوبدهی سالانه بر حسب مترمکعب در کیلومتر مربع و R درجهٔ رسوبدهی یعنی مجموع امتیازات عوامل MPSIAC می‌باشد (reinold-rj, 1998).

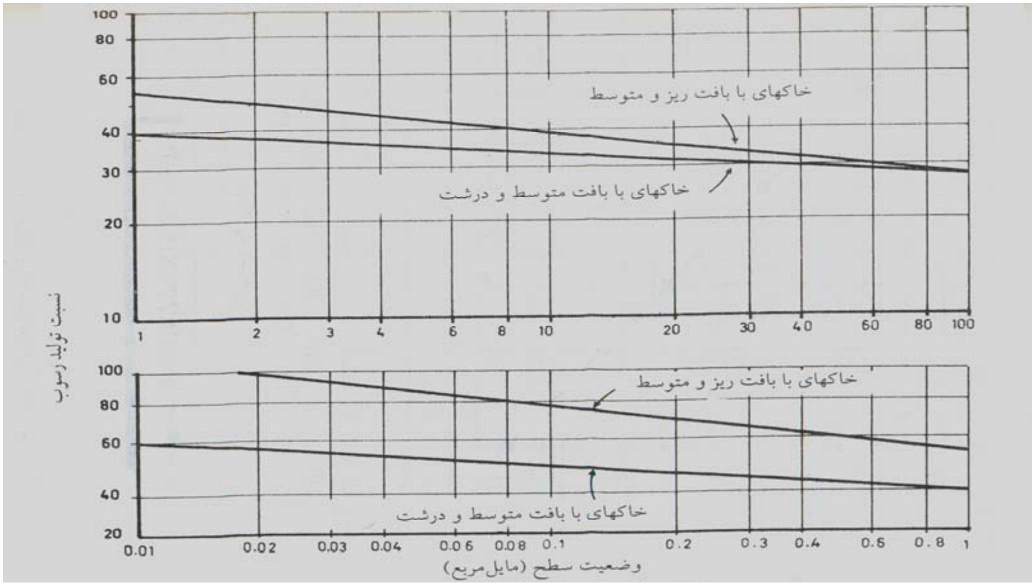
در حوضهٔ آبخیز عنبران‌چای نیز ابتدا دبی رسوب به دست آمده که در جدول شماره (۲) میزان آن برای هر زیر حوضه به تفکیک آورده شده است و در پایان حجم موادّ خروجی بر حسب m^3/year در هر زیر حوضه محاسبه شد (جهاد کشاورزی استان اردبیل، ۱۳۸۳: ۷۵).

جدول شماره (۲) برآورد دبی رسوب ویژه، رسوب کل و رسوب ویژه زیرحوضه‌های حوضهٔ آبخیز عنبران‌چای پس از عملیات اجرایی آبخیزداری

زیر حوضه	درجه رسوبدهی (R)	دبی رسوب ویژه $m^3/km^2/y$	مساحت km^2	حجم رسوب خروجی m^3/y	وزن رسوب خروجی Ton/y	رسوب ویژه $Ton/km^2/y$	رسوب ویژه Ton/ha/y
A	۷۲/۶۳	۵۰۳/۴۵	۷/۰۶۸	۳۵۵۸/۳۸	۴۴۸۳/۵۵	۶۳۴/۳۴	۶/۳۴
B	۸۵/۸۲	۸۰۱/۹۸	۴/۵۰۵	۳۶۱۲/۹۱	۴۱۹۰/۹۷	۹۳۰/۲۹	۹/۳۰
C	۶۲/۰۴	۳۴۶/۴۲	۵/۴۴۲	۱۸۸۵/۲۱	۲۵۴۵/۰۳	۴۶۷/۶۶	۴/۶۷
D	۵۱/۰۴	۲۳۴/۹۴	۸/۴۹۷	۱۹۹۶/۲۸	۲۶۵۵/۰۵	۳۱۲/۴۷	۳/۱۲
E	۴۶/۸۸	۲۰۲/۸۵	۵/۸۲۰	۱۱۸۰/۵۸	۱۵۵۸/۳۶	۲۶۷/۷۶	۲/۶۷
F	۶۰/۴	۳۲۶/۹۳	۸/۴۹۰	۲۷۷۵/۶۳	۳۶۶۳/۸۳	۴۳۱/۵۴	۴/۳۱
G	۵۵/۶۸	۲۷۶/۷۶	۱/۶۱	۴۴۵/۵۸	۶۲۳/۸۷	۳۸۷/۴۹	۳/۸۷
H	۵۱/۶۳	۲۳۹/۸۹	۳/۷۳۴	۸۹۵/۷۴	۱۱۶۴/۴۶	۳۱۱/۸۵	۳/۱۱
I	۴۵/۸۶	۱۹۵/۶۸	۳/۲۶۴	۶۳۸/۶۹	۸۳۶/۶۸	۲۵۶/۳۳	۲/۵۶
L	۶۹/۴۱	۴۴۹/۳۵	۷/۱۰۱	۳۱۹۰/۸۳	۴۲۷۵/۷۱	۶۰۲/۱۲	۶/۰۲
M	۶۱/۵۴	۳۴۰/۳۶	۲/۲۵۱	۷۶۶/۱۵	۱۰۱۱/۳۱	۴۴۹/۲۷	۴/۴۹
N	۴۴/۶۷	۱۸۷/۶۳	۳/۲	۶۰۰/۴	۷۵۰/۵	۲۳۴/۵۳	۲/۳۴
O	۷۹/۰۱	۶۳۰/۶۱	۲/۸۸۷	۱۸۲۰/۵۷	۲۳۶۶/۷۴	۸۱۹/۷۹	۸/۱۹
P	۴۵/۳۶	۱۹۲/۲۶	۳/۸۲۶	۷۳۵/۵۸	۹۷۰/۹۶	۲۵۳/۷۷	۲/۵۳

۳. برآورد میزان فرسایش کل و فرسایش ویژه زیرحوضه‌ها:

برای برآورد فرسایش ویژه از روی ضریب رسوبدهی به دست آمده از نمودار شماره (۱) که رابطهٔ تحویل رسوب (S.D.R) را بر حسب مساحت حوضه و بافت خاک نشان می‌دهد، استفاده می‌شود (ضیائی، ۱۳۸۰: ص۲۲۳).



نمودار شماره (۱)

پس از محاسبهٔ S.D.R (Sediment delivery ratio) زیر حوضه‌ها، با استفاده از رابطهٔ زیر میزان فرسایش در هر یک از زیرحوضه‌ها محاسبه گردیده است (UCDA,1981).

$$S.D.R=\frac{\text{رسوب}}{\text{فرسایش}}$$

در پایان با استفاده از رابطهٔ بالا میزان فرسایش ویژه و فرسایش کل تمام زیرحوضه‌ها به صورت وزنی محاسبه و در جدول شماره (۳) ارائه شده است.

جدول شماره (۳) برآورد فرسایش و رسوب ویژه در زیرحوضه‌های منطقهٔ مطالعاتی پس از عملیّات اجرایی آبخیزداری

زیر حوضه	مساحت km^2	S.D.R (%)	رسوب کل Ton/y	فرسایش کل Ton/ y	رسوب ویژه Ton /km^2/y	فرسایش ویژه Ton/km^2/y	رسوب ویژه Ton /km^2/y	فرسایش ویژه Ton/km^2/y
A	۷/۰۶۸	۴۷	۴۴۸۳/۵۵	۹۵۳۹/۴۶	۶۳۴/۳۴	۱۳۴۹/۶۵	۶/۳۴	۱۳/۴۸
B	۴/۵۰۵	۵۰	۴۱۹۰/۹۷	۸۳۸۱/۹۴	۹۳۰/۲۹	۱۸۶۰/۵۸	۹/۳۰	۱۸/۶
C	۵/۴۴۲	۴۹	۲۵۴۵/۰۳	۵۱۹۳/۹۴	۴۶۷/۶۶	۹۵۴/۴۰	۴/۶۷	۹/۵۳
D	۸/۴۹۷	۴۶	۲۶۵۵/۰۵	۵۷۷۱/۸۴	۳۱۲/۴۷	۶۷۹/۲۸	۳/۱۲	۶/۷۸
E	۵/۸۲۰	۴۸	۱۵۵۸/۳۶	۳۲۴۶/۵۸	۲۶۷/۷۶	۵۵۸/۸۳	۲/۶۷	۵/۵۶
F	۸/۴۹۰	۴۶	۳۶۶۳/۸۳	۷۹۶۴/۸۴	۴۳۱/۵۴	۹۳۸/۱۳	۴/۳۱	۹/۳۶
G	۱/۶۱	۵۸	۶۲۳/۸۷	۱۰۵۷/۶۳	۳۸۷/۴۹	۶۶۸/۰۸	۳/۸۷	۶/۶۷
H	۳/۷۳۴	۵۲	۱۱۶۴/۴۶	۲۲۳۹/۳۴	۳۱۱/۸۵	۵۹۹/۷۱	۳/۱۱	۵/۹۸
I	۳/۲۶۴	۵۳	۸۳۶/۶۸	۱۵۷۸/۶۴	۲۵۶/۳۳	۴۸۳/۶۴	۲/۵۶	۴/۸۳
L	۷/۱۰۱	۴۷	۴۲۷۵/۷۱	۹۰۹۷/۲۵	۶۰۲/۱۲	۱۲۸۱/۱۰	۶/۰۲	۱۲/۸۰
M	۲/۲۵۱	۵۵	۱۰۱۱/۳۱	۱۸۳۸/۷۴	۴۴۹/۲۷	۸۱۶/۸۵	۴/۴۹	۸/۱۶
N	۳/۲	۵۳	۷۵۰/۵	۱۴۱۶/۰۳	۲۳۴/۵۳	۴۴۲/۵۰	۲/۳۴	۴/۴۱
O	۲/۸۸۷	۵۳	۲۳۶۶/۷۴	۴۴۶۵/۵۴	۸۱۹/۷۹	۱۵۴۶/۷۷	۸/۱۹	۱۵/۴۵
P	۳/۸۲۶	۵۱	۹۷۰/۹۶	۱۹۰۳/۸۴	۲۵۳/۷۷	۴۹۷/۵۸	۲/۵۳	۴/۹۶

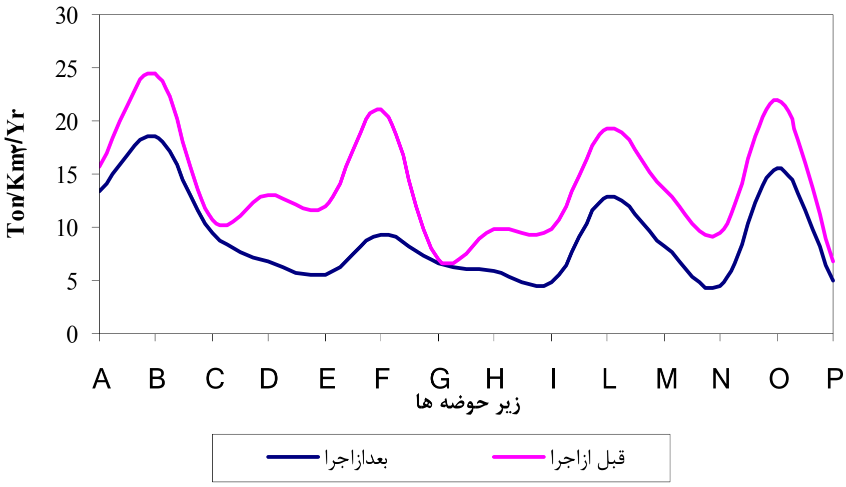
حال با داشتن مقادیر فرسایش و رسوب ویژه قبل از عملیات اجرایی آبخیزداری (جدول شماره (۴)) نسبت به مقایسهٔ این مقادیر طی نمودارهای شماره (۱) و (۲) پرداخته می‌شود.

جدول شماره (۴): برآورد فرسایش و رسوب ویژه در زیرحوضه‌های منطقه مطالعاتی

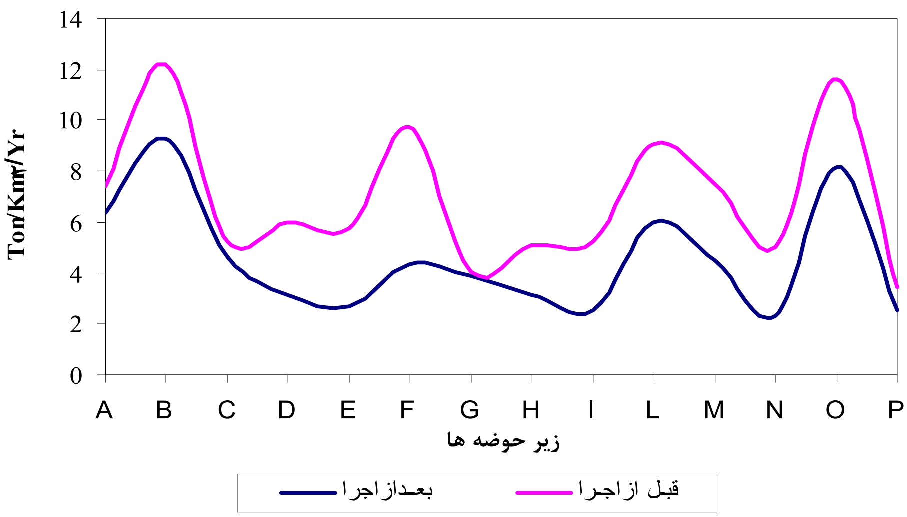
قبل از عملیات اجرایی آبخیزداری

زیر حوضه	مساحت km^2	S.D.R (%)	رسوب کل Ton/y	فرسایش کل Ton/ y	رسوب‌ویژه Ton /km^2/y	فرسایش‌ویژه Ton/ km^2/y	رسوب‌ویژه Ton/ km^2/y	فرسایش‌ویژه Ton/km^2/y
A	۷/۰۶۸	۴۷	۵۲۱۳/۱۹	۱۱۱۳۰/۱۹	۷۴۰/۱۲	۱۵۷۴/۷۲	۷/۴۰	۱۵/۷۴
B	۴/۵۰۵	۵۰	۵۵۱۵/۸۲	۱۱۰۳۱/۶۴	۱۲۲۴/۳۸	۲۴۴۸/۷۶	۱۲/۲۴	۲۴/۴۸
C	۵/۴۴۲	۴۹	۲۸۶۱/۵۲	۵۸۳۹/۸۳	۵۲۵/۸	۱۰۷۳/۰۶	۵/۲۵	۱۰/۷۱
D	۸/۴۹۷	۴۶	۵۱۰۴/۶۵	۱۱۰۹۷/۰۶	۶۰۰/۸	۱۳۰۶/۰۸	۶	۱۳/۰۴
E	۵/۸۲۰	۴۸	۳۳۸۸/۸۲	۷۰۶۰/۰۴	۵۷۷/۹	۱۲۰۳/۹۵	۵/۷۷	۱۲/۰۲
F	۷/۴۹۰	۴۶	۸۲۴۲/۵۹	۱۷۹۱۸/۶۷	۹۷۰/۹	۲۱۱۰/۶۵	۹/۷۰	۲۱/۰۸
G	۱/۶۱	۵۸	۶۵۲/۳۹	۱۱۲۴/۸۱	۴۰۵/۲	۶۹۸/۶۲	۴/۰۵	۶/۹۸
H	۳/۷۳۴	۵۲	۱۹۰۴/۲۹	۳۶۶۲/۰۹	۵۰۹/۹	۹۸۰/۵۷	۵/۰۹	۹/۷۸
I	۳/۲۶۴	۵۳	۱۷۰۳/۰۶	۳۲۱۳/۳۲	۵۲۱/۸	۹۸۴/۵۲	۵/۲۱	۹/۸۳
L	۷/۱۰۱	۴۷	۶۴۱۴/۲۸	۱۳۶۴۷/۴۰	۹۰۳/۳	۱۹۲۱/۹۱	۹/۰۳	۱۹/۲۱
M	۲/۲۵۱	۵۵	۱۶۹۱/۵۶	۳۰۷۵/۵۶	۷۵۱/۵	۱۳۶۶/۳۶	۷/۵۱	۱۳/۶۵
N	۳/۲	۵۳	۱۶۱۸/۴	۳۰۵۳/۵۸	۵۰۵/۹	۹۵۴/۵۲	۵/۰۵	۹/۵۲
O	۲/۸۸۷	۵۳	۳۳۵۴/۵۲	۶۳۲۹/۲۸	۱۱۶۱/۹	۲۱۹۲/۲۶	۱۱/۶۱	۲۱/۹۰
P	۳/۸۲۶	۵۱	۱۳۱۱/۵۶	۲۵۷۱/۶۸	۳۴۲/۸	۶۷۲/۱۵	۳/۴۲	۶/۷۰

بر اساس نتایج حاصل از مقایسهٔ میزان رسوب و فرسایش ویژه در قبل و پس از عملیات اجرایی نشان می‌دهد اراضی که مورد مرتعکاری واقع گردیده‌اند و همچنین بندهای رسوبگیر که در سرشاخه های بالادست آنها احداث گردید، کاهش چشمگیری از نظر هدررفت خاک را در مقابل اراضی کـه تحت کشت و زرع قرار گرفته‌اند، داشته‌اند. البته در اراضی زراعی هم می‌توان شخم با رعایت اصول صحیح را به عنوان یکی از راههای کاهش رواناب سطحی و فرسایش در برنامهٔ مدیریت بر حوضه‌های آبخیز گنجاند (نجفی نژاد،۱۳۷۶: ۱۶۱).



نمودارشماره (۱): مقادیر فرسایش ویژه در زیرحوضه‌های عنبران قبل وپس از عملیّات اجرایی آبخیزداری



نمودارشماره (۲): مقادیر رسوب ویژه در زیرحوضه‌های عنبران قبل و بعد از عملیات اجرایی آبخیزداری

نتیجه‌گیری:

بحث ارزشیابی در بیشتر نقاط دنیا روی ارزش‌کار جهت عملکرد اقتصادی و سوددهی پیاده شده است تا بتوان در مورد موفقیت یا عدم موفقیت آن قضاوت کرد. در سطح جهانی نیز به موضوع ارزشیابی عملیات آبخیزداری توجه ویژه‌ای شده است. به گونه‌ای که سازمان خواروبار جهانی (FAO) نشریات و دیدگاههای مختلفی در این زمینه انتشار داده است که هدف و روش کار آن بر این است که در ابتدا بایستی قبل از اجرای طرح شرایط اولیه مطالعه گردد. سپس تأثیر و تلفیق هر یک از عملیات در کاهش رواناب و رسوب مورد ارزشیابی قرار گیرد (قدرتی، قدوسی و داداشی، ۱۳۸۳: ۲).

در بررسی به عمل آمده، روش‌کار پژوهشگران در بیشتر نقاط تا حدود زیادی مشابه است، یعنی در بسیاری موارد لازمهٔ ارزشیابی کارهای تحقیقاتی مطالعات، بررسی، اجرا و تلفیق نتایج بوده است. در بسیاری موارد همگی اتفاق نظر داشتند که عملکرد در صورتی مثبت و در حد مطلوب و کارایی بالا می‌تواند باشد که عملیات مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی توأماً در حوضهٔ آبخیز اجرا شود و در این صورت دست یافتن به نتایج مطلوب دور از باور نخواهد بود.

در این پژوهش نیز با مشاهدهٔ نمودارهای مقادیر فرسایش و رسوب ویژه در زیرحوضه‌های حوضهٔ آبخیز عنبران چای چنین نتیجه گیری می‌شود که میزان فرسایش و تولید رسوب در اثر عملیاتهای مختلف آبخیزداری (مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی) از پهنهٔ حوضه کاهش پیدا نموده است. لذا می‌توان با توجه به اهداف اجرای عملیات از سوی مدیریت آبخیزداری و ارزشیابی به عمل آمده از بندهای رسوبگیر و عملیات بیولوژیکی در طرح کنترل رسوبات حوضهٔ عنبران‌چای و نیز کنترل و پیشگیری سیل به منظور جلوگیری از تلفات خاک و خسارات وارده به روستائیان را مثبت ارزشیابی نمود.

پیشنهادها:

- در جهت کاهش هرچه بیشتر تولید رسوب و فرسایش در منطقه و دست‌یافتن به نتایج بهتر از آنها باید اقدامات مدیریتی، بیولوژیکی و اصلاح ساختار زراعی در منطقه را افزایش داد و این ممکن نمی‌شود مگر این‌که نظارت و اقدامات مستمر طیّ سالیان متمادی توسط مسؤولان ذی‌ربط با مشارکت فعّال اعمال گردد.

ـ احداث بندهای انحرافی و رسوبگیر در محلهایی، که از لحاظ اقتصادی و اجتماعی توجیه‌پذیر است، صورت گیرد و همچنین ابعاد سازه متناسب با میزان تقاضا و آب مورد نیاز اهالی منطقه باشد.

ـ با توجه به روند افزایش بروز تغییرات در عرصهٔ حوضهٔ آبخیز مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود که مطالعات جامعی در ارتباط با تأثیرات و پیامد های این تغییرات در وضعیت اقتصادی و اجتماعی حوضه انجام شود تا با اولویت‌بندی عوامل منفی، نسبت به ارائهٔ راهکارهای علمی و عملی مناسب برای کاهش و یا کنترل این موارد، اقدام مقتضی صورت گیرد. قطعاً انجام چنین مطالعاتی، راه را برای نیل به اهداف توسعهٔ پایدار در حوضه‌های آبخیز هموارتر خواهد کرد.

فهرست منابع و مآخذ

۱. احمدی. حسن، ۱۳۷۸، *ژئومرفولوژی کاربردی*، جلد اول، فرسایش آبی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲. احمدی. عباس و سکوتی. رضا، ۱۳۸۳، *ارزیابی قابلیت کاربرد جداول BLM در تعیین وضعیت فرسایش خاک منطقه بورالان ماکو*، اولین کنفرانس آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک —دانشگاه کرمان.

۳. بروشکه. ابراهیم و سکوتی. رضا و عرب خدری. محمود، *برآورد رسوبدهی سرشاخه‌ها با استفاده از اندازه گیری رسوب در پشت سدهای رسوب گیر* (استان آذربایجان‌غربی)، اولین کنفرانس آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک- دانشگاه کرمان.

۴. جهاد کشاورزی استان اردبیل، ۱۳۸۳، *ارزیابی نتایج عملیات اجرایی آبخیزداری در حوضه عنبران چای نمین*، اردبیل، مهندسین مشاور آب اندیشان آذر(تبریز).

۵. داوری، بهرامی، قدوسی، ۱۳۸۳، *بررسی و مقایسه نتایج برآورد تولید رسوب با استفاده از دو مدل MPSIAC,EPM (مطالعه موردی حوضه آبخیز نوژیان)*، اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، دانشگاه کرمان.

۶. رفاهی. حسینقلی، ۱۳۷۸، *فرسایش آبی و کنترل آن*، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۷. ضیایی. حجت الله، ۱۳۸۰، *اصول مهندسی آبخیزداری*، چاپ اول، انتشارات آستان قدس رضوی.

۸ علیزاده. امین، ۱۳۸۱، *اصول هیدرولوژی کاربردی*، چاپ چهاردهم، انتشارات آستان قدس رضوی.

۹. قدرتی.علیرضا و قدوسی. جمال و داداشی. محمد، ۱۳۸۳، *ارزیابی نتایج عملکرد آبخیزداری در پشت سد سفیدرود*، اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک-کرمان.

۱۰. محمدی گلرنگ. بهرام، ۱۳۸۲، *ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری انجام شده در حوضه سد لار*، انتشارات مرکز تحقیقات آبخیزداری کشور.

۱۱. مومی‌پور. مهدی، ۱۳۸۳، *مقایسه مدل MPSIAC و USLE در حوضهٔ آبخیز اوجان‌چای با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS*، پایان نامه کارشناسی ارشد- دانشگاه تبریز.

۱۲. نقشهٔ توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰سازمان جغرافیایی ارتش

۱۳. نقشهٔ زمین‌شناسی، ورقه اردبیل، مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور

۱۴. نجفی‌نژاد. علی، ۱۳۷۶، *راهنمای آبخیزداری* (مطالعات و برنامه‌ریزی حوزه‌های آبخیز)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۵. نیکجو. محمدرضا، ۱۳۷۵، *ارزیابی کاربرد مدل PSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوضهٔ آبخیز دریانچای*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

16. USDA, 1981*, measurement and prediction of erosion and sediment yield*,science and education administration, ARM-S-151April. pp 23.

17- reinold – rj , 1998, *watershed management*, practice,policies and coordination